



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 929 117 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.07.1999 Patentblatt 1999/28

(51) Int. Cl.⁶: H01Q 3/00

(21) Anmeldenummer: 99100424.3

(22) Anmeldetag: 11.01.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
Goeckler, Heinz, Prof. Dr.-Ing.
71522 Backnang (DE)

(30) Priorität: 12.01.1998 DE 19800743

(54) **Filterung und Phasenverschiebung eines Teilsignals einer Gruppenantenne sowie Schaltung**

(57) Es ist eine elektrische Schaltung (1) zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne beschrieben. Die Schaltung (1) ist mit einem Analog-Digital-Wandler (2) zur Umwandlung des analogen Teilsignals in ein digitales Signal mit einer vorgegebenen Wortlänge und bei einer vorgegebenen Abtastrate versehen. Des weiteren ist ein Phasenschieber

(4) zur Phasenverschiebung des digitalen Signals um einen vorgegebenen Winkel und ein digitales Filter (3) unter anderem zur Reduktion der Abtastrate des digitalen Signals vorgesehen. Erfindungsgemäß ist das digitale Filter (3) vor dem Phasenschieber (4) angeordnet.

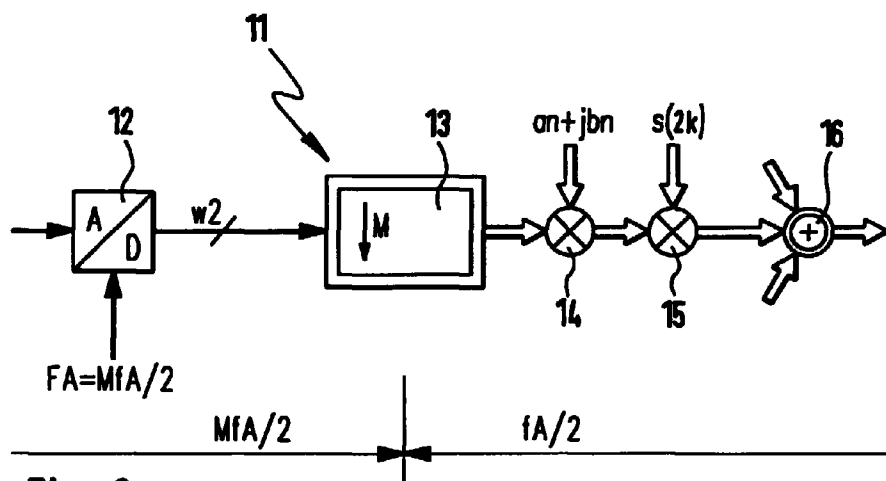


Fig. 2

EP 0 929 117 A1

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne, bei dem das analoge Teilsignal in ein digitales Signal umgewandelt wird, und bei dem das digitale Signal einer Phasenverschiebung unterzogen sowie gefiltert wird. Des weiteren betrifft die Erfindung eine elektrische Schaltung zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne, mit einem Analog-Digital-Wandler zur Umwandlung des analogen Teilsignals in ein digitales Signal mit einer vorgegebenen Wortlänge und bei einer vorgegebenen Abtast-
 10 mit einem Phasenschieber zur Phasenverschiebung des digitalen Signals um einen vorgegebenen Winkel, und mit einem digitalen Filter unter anderem zur Reduktion der Abtastrate des digitalen Signals.
- [0002]** Ein derartiges Verfahren sowie eine derartige Schaltung sind aus der deutschen Patentschrift DE 43 17 152 C2 bekannt. Dort ist ein digitaler Phasenschieber für ein analoges Teilsignal einer Gruppenantenne beschrieben, der insbesondere zur Strahlformung bei einer adaptiven Gruppenantenne verwendbar ist.
- 15 **[0003]** Figur 1 der Zeichnung zeigt eine schematische Blockdarstellung des bekannten Phasenschiebers.
- [0004]** In der Figur 1 ist eine elektrische Schaltung 1 dargestellt, die einen Analog-Digital-Wandler 2 aufweist. Diesem Analog-Digital-Wandler 2 ist ein analoges Teilsignal einer Gruppenantenne als Eingangssignal zugeführt. Die Abtast-
 20 rate des Analog-Digital-Wandlers 2 ist beispielsweise f_A und die Wortlänge des entstehenden digitalen Ausgangssignals des Analog-Digital-Wandlers 2 ist beispielsweise w_1 .
- [0005]** In einem Block 3 wird durch die Konstanten a_n und b_n eine Phasenverschiebung um einen erwünschten Winkel durchgeführt. Danach wird das entstehende komplexwertige digitale Signal in einem Block 4 mit einem komplexwertigen Oszillatorsignal $s(k)$ gemischt, das heißt frequenzumgesetzt, um nachfolgend digital gefiltert zu werden. Das entstehende komplexe Signal $u(2k)$ ist damit um den durch die Konstanten a_n und b_n vorgegebenen Winkel
 25 phasenverschoben.
- [0006]** Durch die Verwendung eines Halbbandfilters 5 für die genannte Filterung wird unter anderem eine Reduktion der Abtastrate des Eingangssignals $v(k)$ des Halbbandfilters um den Faktor 2 auf $f_A/2$ erreicht, so daß sich das Ausgangssignal $u(2k)$ ergibt. Da die Blöcke 3 und 4 der Figur 1 das ursprünglich reellwertige Signal nur in der Frequenzlage versetzen und damit in ein komplexwertiges Signal überführen, ohne dessen Bandbreite zu vermindern, kann die Ab-
 30 tastrate erst durch das Halbbandfilter 5 halbiert werden.
- [0007]** Der Nachteil der bekannten elektrischen Schaltung 1 besteht darin, daß für einen sinnvollen Betrieb der Gruppenantenne hochauflösende Analog-Digital-Wandler mit großen Wortlängen w_1 erforderlich sind. Dies ist mit einem erhöhten schaltungstechnischen Aufwand verbunden. Des weiteren muß auch der Phasenschieber und der Mischer bei einer hohen Abtastrate betrieben werden, was insbesondere bei adaptiven Gruppenantennen zu einem weiteren erhöhten Schaltungsaufwand führt.
- 35 **[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne bzw. eine entsprechende elektrische Schaltung zu schaffen, die einen geringeren Schaltungsaufwand erfordert.
- [0009]** Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art bzw. bei einer elektrischen Schaltung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das digitale Signal zuerst gefiltert und dann die Phasenverschiebung durchgeführt wird, bzw. daß das digitale Filter vor dem Phasenschieber angeordnet ist.
- 40 **[0010]** Im Vergleich zu dem bekannten Phasenschieber hat die erfindungsgemäße Schaltung den Vorteil, daß der dortige Phasenschieber im Vergleich zu dem bekannten Phasenschieber mit einer reduzierten Abtastrate betrieben werden kann, nämlich mit $f_A/2$. Dies wird durch das digitale Filter erreicht, das erfindungsgemäß nicht nach, sondern vor dem Phasenschieber angeordnet ist. Die reduzierte Abtastrate des Phasenschiebers ermöglicht die erfindungsgemäße Realisierung desselben mit einem im Vergleich zu dem bekannten Phasenschieber reduzierten Schaltungsauf-
 45 wand.
- [0011]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, bei der das analoge Teilsignal bei einer vorgegebenen Abtastrate und mit einer vorgegebenen Wortlänge in das digitale Signal umgewandelt wird, wird erfindungsgemäß die Abtastrate erhöht und die Wortlänge verringert.
- [0012]** Insbesondere die verringerte Wortlänge ermöglicht es bei der erfindungsgemäßen Schaltung einen im Vergleich zu dem bekannten Phasenschieber wesentlich einfacheren und kostengünstigeren Analog-Digital-Wandler zu verwenden, ohne daß dadurch das Signal-Rausch-Verhältnis negativ beeinflusst wird. Dieser Vorteil wird dabei durch die erhöhte Abtastrate nur teilweise wieder aufgebraucht, so daß sich insgesamt im Hinblick auf den Analog-Digital-Wandler ein reduzierter Schaltungsaufwand ergibt.
- 50 **[0013]** Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn - insbesondere gegenüber dem bekannten Phasenschieber - die Abtastrate, insbesondere die ursprüngliche Ausgangsabtastrate $f_A/2$, um einen Faktor M erhöht und die Wortlänge, insbesondere die ursprüngliche Wortlänge w_1 , um den Faktor $1/\sqrt{M/2}$ verringert wird, wobei M ganzzahlig oder eine rationale Zahl ist.
- [0014]** Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, bei der unter anderem die Abtastrate beim Filtern ernied-

rigt wird, wird erfindungsgemäß die Abtastrate beim Filtern um den Faktor M erniedrigt, insbesondere um den Faktor $M = 2$. Daraus ergibt sich insgesamt eine elektrische Schaltung, bei der der Analog-Digital-Wandler mit einer um den Faktor $M/2$ erhöhten Abtastrate betrieben wird, und bei der diese erhöhte Abtastrate von dem nachfolgenden digitalen Filter um Faktor M reduziert wird.

[0015] Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

[0016] Figur 2 der Zeichnung zeigt eine schematische Blockdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Schaltung 11 zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne.

[0017] Die elektrische Schaltung 11 weist einen Analog-Digital-Wandler 12 auf, dem das analoge Teilsignal der Gruppenantenne als Eingangssignal zugeführt wird. Der Analog-Digital-Wandler 12 wird mit einer Abtastrate f_A betrieben und erzeugt ausgangsseitig ein digitales Signal mit einer Wortlänge w_2 .

[0018] Im Vergleich zu dem eingangs erläuterten, bekannten Phasenschieber gilt dabei:

$$f_A = f_A/2 \times M \text{ und } w_2 = w_1 / \sqrt{M/2} \text{ mit } M = 2 \text{ oder } M > 2.$$

[0019] Das von dem Analog-Digital-Wandler 12 erzeugte digitale Signal wird einem digitalen Filter 13 zugeführt. Das digitale Filter 13 ist derart ausgebildet, daß es eine Reduktion der Eingangsabtastrate um einen Faktor M durchführt. Die Abtastrate $M f_A/2$ des Eingangssignals des digitalen Filters 13 ist somit um das M-fache größer als die Abtastrate des Ausgangssignals des digitalen Filters 13. Das Ausgangssignal besitzt damit die Abtastrate $f_A/2$.

[0020] Beispielsweise handelt es sich bei dem Filter 13 um ein Halbbandfilter mit komplexen Koeffizienten, $M = 2$. Ebenfalls kann es sich um ein Polyphasenfilter zur Abtastratenreduktion handeln. Des weiteren ist es möglich, daß als Filter 13 ein Nyquist-Filter mit komplexen Koeffizienten vorgesehen ist, $M > 2$.

[0021] Das ausgangsseitige komplexwertige digitale Signal des digitalen Filters 13 wird einem Phasenschieber 14 und einem Mischer 15 zugeführt, von denen es phasenverschoben und mit einem komplexwertigen Oszillatorsignal $s(2k)$ gemischt wird. Durch den Phasenschieber 14 wird die Phase um einen erwünschten, vorgegebenen Winkel gedreht. Der Mischer 15 bewirkt eine erwünschte Frequenzumsetzung, typischerweise in ein Basisband mit einer Mittelfrequenz $f = 0$.

[0022] Die Funktionen des Phasenschiebers 14 und des Mixers 15 lassen sich beispielsweise auch mit Hilfe von zwei kaskadierten Mixern verwirklichen, wie dies in der Figur 2 dargestellt ist.

[0023] Ebenfalls kann man den Phasenschieber 14 und den Mischer 15 zusammengefaßt realisieren, wenn man die erwünschte Phasendrehung mit der Nullphase des Oszillatorsignals kombiniert.

[0024] Danach wird das ausgangsseitige digitale und phasenverschobene Signal des Mixers 15 einem Addierer 16 zugeführt, bei dem das digitale Signal mit anderen digitalen Signalen additiv verknüpft wird, die aus anderen analogen Teilsignalen der Gruppenantenne abgeleitet worden sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne, bei dem das analoge Teilsignal in ein digitales Signal umgewandelt wird, und bei dem das digitale Signal einer Phasenverschiebung unterzogen sowie gefiltert wird, dadurch gekennzeichnet, daß das digitale Signal zuerst gefiltert und dann die Phasenverschiebung durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das analoge Teilsignal bei einer vorgegebenen Abtastrate und mit einer vorgegebenen Wortlänge in das digitale Signal umgewandelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastrate erhöht und die Wortlänge verringert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastrate um einen Faktor M erhöht und die Wortlänge um den Faktor $1/\sqrt{M/2}$ verringert wird, wobei M ganzzahlig oder eine rationale Zahl ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem unter anderem die Abtastrate beim Filtern erniedrigt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastrate beim Filtern um den Faktor M erniedrigt wird, insbesondere um den Faktor $M = 2$.

5. Elektrische Schaltung (11) zur Verarbeitung eines analogen Teilsignals einer Gruppenantenne, mit einem Analog-Digital-Wandler (12) zur Umwandlung des analogen Teilsignals in ein digitales Signal mit einer vorgegebenen Wortlänge und bei einer vorgegebenen Abtastrate, mit einem Phasenschieber (14) zur Phasendrehung des digita-

len Signals um einen vorgegebenen Winkel, und mit einem digitalen Filter (13) unter anderem zur Reduktion der Abtastrate des digitalen Signals, dadurch gekennzeichnet, daß das digitale Filter (13) vor dem Phasenschieber (14) angeordnet ist.

- 5 6. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Filter (13) ein Halbbandfilter mit komplexen Koeffizienten vorgesehen ist ($M = 2$).
7. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Filter (13) ein Polyphasenfilter zur Abtastratenreduktion vorgesehen ist ($M \geq 2$, ganzzahlig oder rational).
- 10 8. Schaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Filter (13) ein Nyquist-Filter mit komplexen Koeffizienten vorgesehen ist ($M \geq 2$).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

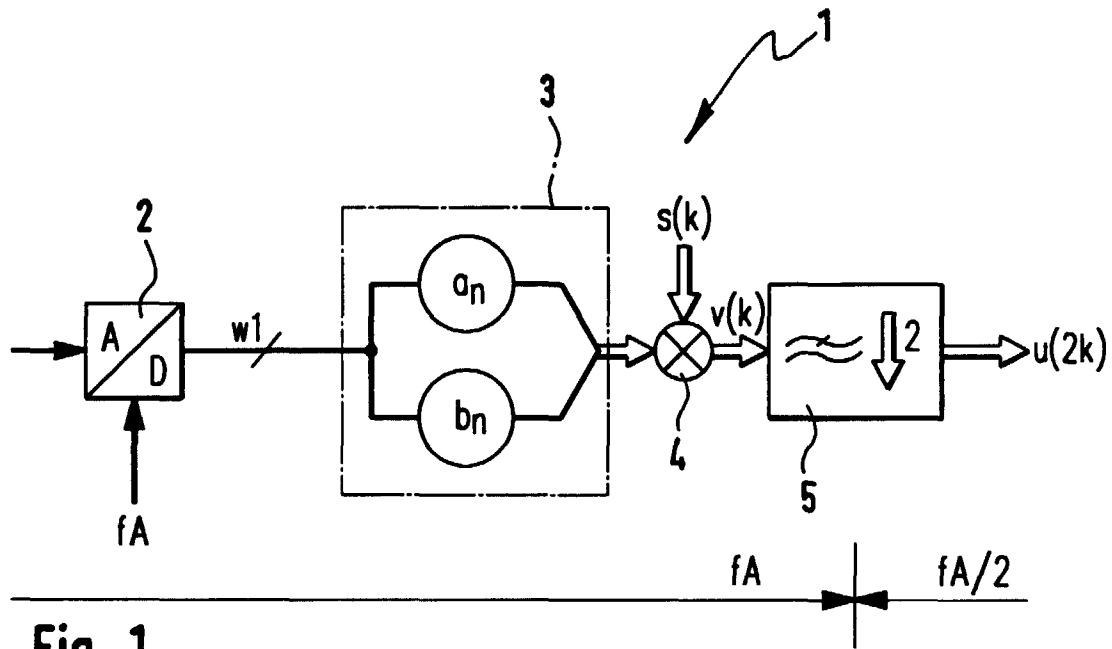


Fig. 1

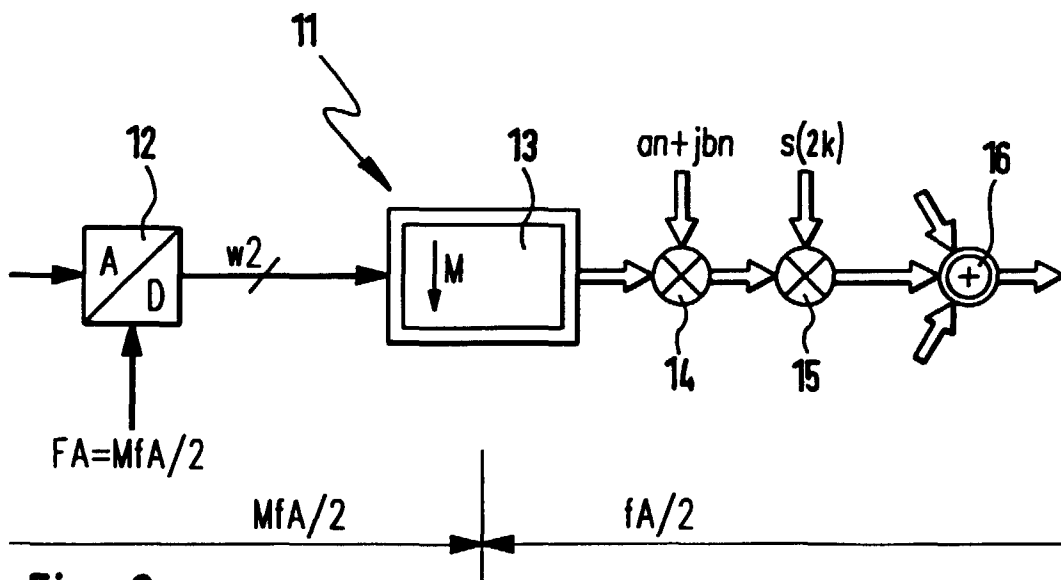


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 10 0424

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
P,X	US 5 802 461 A (GATHERER ALAN) 1. September 1998 * Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 5, Zeile 58; Abbildungen 1-8 *	1,5	H01Q3/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 098, no. 002, 30. Januar 1998 & JP 09 261052 A (HITACHI DENSHI LTD), 3. Oktober 1997 * Zusammenfassung *	1,5	
X	DE 43 32 735 A (BOSCH GMBH ROBERT) 30. März 1995 * Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 14; Abbildungen 1-3 *	1,5	
A	DE 43 17 152 A (ALBERTI MATHAEUS DIPL ING) 1. Dezember 1994 * Seite 3, Zeile 41 - Seite 3, Zeile 52; Abbildungen 1,2 *	1,5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 9. April 1999	Prüfer Villafuerte Abrego
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 10 0424

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

09-04-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5802461 A	01-09-1998	KEINE	
DE 4332735 A	30-03-1995	FR 2710473 A	31-03-1995
		GB 2282303 A,B	29-03-1995
		JP 7170191 A	04-07-1995
DE 4317152 A	01-12-1994	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82